

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-133308

(43)Date of publication of application : 21.05.1999

(51)Int.Cl.

G02B 21/06

G02B 21/02

G02B 21/08

(21)Application number : 10-240403

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 26.08.1998

(72)Inventor : CHO KAZUHIKO
SUKEGAWA MINORU
KAWASAKI KENJI

(30)Priority

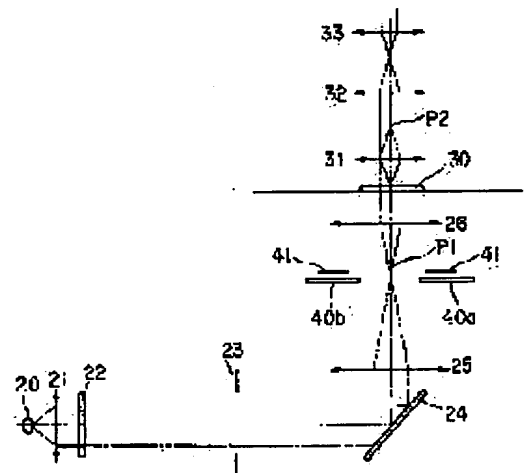
Priority number : 09234070 Priority date : 29.08.1997 Priority country : JP

(54) TRANSMITTED ILLUMINATION DEVICE FOR MICROSCOPE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To visualize a phase sample with good contrast and to specify structure or distribution by providing at least two light shielding bodies arranged at or near a position conjugate with the pupil position of an objective lens and controlling the shape of an aperture formed in the pupil of the objective lens.

SOLUTION: In a transmitted illumination optical system; at least two light shielding bodies 40a and 40b are arranged to independently move at or near the position (that is, a pupil position P1) conjugate with the pupil position P2 of the objective lens 31. By moving the light shielding bodies 40a and 40b, the shape of the aperture formed in the pupil of the lens 31 is controlled. Namely, the angle and the quantity of illuminating light illuminating the sample 30 are consecutively changed, so that the rate of the intensity of the illuminating light directly made incident on the lens 31 and the diffracted light emitted from the sample 30 is consecutively adjusted, and the optimum observation is performed in accordance with the sample 30.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P) (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-133308

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月21日

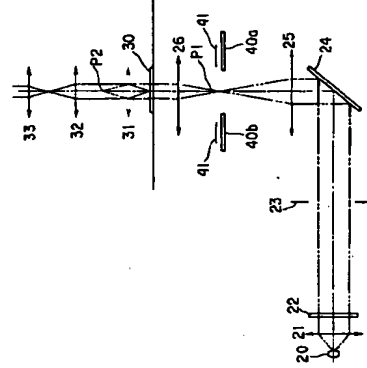
(51) Int. Cl. ⁷	G 02 B	21/06	21/02	21/06	F I	G 02 B	21/06	21/02	21/06	特許請求の範囲 8 O L (全 23 頁)
(21) 出願番号	特開平10-240403				(71) 出願人	000000376				
(22) 公開日	平成10年(1998) 8月26日					オリオン光学工業株式会社				
(31) 優先権主張番号	特開平9-234070				(72) 発明者	長 知彦				
(32) 優先日	平 9 (1997) 8月29日					東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号				
(33) 優先権主張国	日本 (J P)				(72) 発明者	川崎 実				
						東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号				
					(72) 発明者	川崎 健司				
						東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号				
					(72) 発明者	井理士 錦江 武彦				
						東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目43番 2号				
					(70) 代理人	外 4 名				

(54) 発明の名称 顕微鏡透過照明装置

(51) 【要約】

【課題】低倍率から高倍率領域において、位相補正をコン
トラスト良く可視化して、その構造や分布を特定可能に
する顕微鏡の照明装置を提供する。

【解決手段】本発明の顕微鏡は、光源20から発した光
を標本30に照明するコンデンサレンズ26を具備した
透過照明光学系と、標本30を観察する対物レンズ31
を具備した観察光学系とを有する。透過照明光学系内
において、対物レンズの位置と共役位置又は共役近傍な
位置に、対物レンズ31の筒内に形成される開口の形状
を制御する少なくとも2つの透光体40a, 40bが設
けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源と、この光源から発した光を集光し
標本を照明するためのコンデンサレンズとを具備した透
過照明光学系と；標本を観察するための対物レンズを含
む観察光学系と；を有する顕微鏡に用いられる透過照明
装置において、

前記透過照明光学系内にあって、前記対物レンズの位置
と共役位置又は共役近傍な位置に配置され、前記対物
レンズの筒内に形成される開口の形状を制御する少なく
とも2つの透光体を有することを特徴とする顕微鏡透過
照明装置。

【請求項2】 前記対物レンズの筒内に形成される開口
の光強度を部分的に制御する光学部材を、前記透光体の
位置と共役位置とを有する請求項1に記載の顕微鏡透
過照明装置。

【請求項3】 前記コンデンサレンズは開口絞りを有
し、前記透光体を開口絞りに位置近傍に配置したことを特
徴とする請求項1又は2に記載の顕微鏡透過照明装置。

【請求項4】 前記対物レンズの筒の面積をD1、前記
透光体によって形成された前記対物レンズの筒内に形成
される開口部分の面積をD2とした場合、 $D2/D1 \leq 0.5$
を満足することを特徴とする請求項1乃至3のい
ずれか1項に記載の顕微鏡透過照明装置。

【請求項5】 前記コンデンサレンズの照明可能な最大
の開口数をNA1、前記コンデンサレンズの最大の照明
領域を照明可能な対物レンズの開口数をNA2とした場
合、 $NA2/NA1 < 0.6$ を満足する請求項1乃至5
のいずれか1項に記載の顕微鏡透過照明装置。

【請求項6】 前記コンデンサレンズは、開口絞りを有
すると共に、この開口絞りと標本の間にある少なくとも
も1つのレンズ群が、低倍率と高倍率に応じて薄板、又
は切換え可能に構成されており、前記透光体は、低倍率
時のコンデンサレンズの位置、もしくはその位置の
近傍に位置されることを特徴とする、請求項1に記載の
顕微鏡透過照明装置。

【請求項7】 前記コンデンサレンズの高倍率側の焦点
距離をF1、低倍率側の焦点距離をF2とした場合、 $F1/F2 < 0.45$ を満足することを特徴とする請求項
6に記載の顕微鏡透過照明装置。

【請求項8】 顕微鏡の対物レンズの筒内に形成される
開口の形状を制御して、標本を透過して前記対物レンズ
に入射する直達光と回折光の強度の割合を調節し観察さ
れる標本のコントラストを変化させることを特徴とする
顕微鏡透過照明装置。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】 本発明は、各種顕微鏡に適用
可能な透過照明装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より、無色透明な各種の位相補正を
可視化し、観察することができるように、位相差観察
法、微分干渉観察法、変調コントラスト法、偏光照明法
等が提案されている。

【0003】 上記位相差観察法は、顕微鏡の照明光学系
の位置にリングスリットを配置し、リングスリットと
共役な位置にある結像光学系の瞳に、リングスリットと
共役な形状の位相差を配置するものである。この観察法
の長所は、構造間の屈折率差が小さい標本や、細胞の類
10 粒状の微小構造等についても、高い検出感度で鮮明なコ
ントラストのついた観察像が得られることである。これ
に対し、この観察法の短所は、標本の構造の端部が白く
光って見える、ハローと呼ばれる現象により、構造の輪
廓が隠蔽しにくい点である。さらに、照明光学系に配置
15 されたリングスリットと観察光学系の瞳面に配置された
位相差を投影し一致させなければならず、リングスリット
トから位相膜面までの覆の収差性能を良好にする必要が
ある。位相差観察法においては、高倍率での観察は問題
ないが、低倍率や高倍率での観察は覆の収差性能を良
20 好に補正することはできない。実際、位相差観察法が可
能なのは、4倍の対物レンズ程度までである。

【0004】 微分干渉観察法は、複屈折性標本により生じ
た直交する2つの偏光を標本面上に偏光にすらしめて照明
し、これらを干渉させることで標本の微小な構造を観察
25 するものである。この観察法の長所は、非常に高いコン
トラストで、立体感のある観察を行うことができる点で
ある。これに対し、この観察法の短所は、複屈折性標本
を使用するため高面であり、偏光を用いた観察であるた
め、偏光状態に影響を与えるような物質からなる場合に
30 は、正確な観察像を得られない。例えば、プラスチック
シャーレは、微分干渉観察には不適である。これは、プ
ラスチックの複屈折により、偏光が乱れるためである。
さらに、照明光学系におけるレンズや対物レンズの歪み
によって偏光状態が乱れるので、専用の対物レンズ等
35 が必要となる。また、2つの光を干渉させるため、実
際に観察が可能なのは、4倍の対物レンズ以上であり、
低倍や高倍率での観察には不適である。

【0005】 変調コントラスト観察法は、特開第51-
128548号に開示されているように、顕微鏡の照明
光学系の瞳位置にスリットを配置し、結像光学系の瞳位
40 置に透過率の異なる領域を配置して観察するものである。通
常、スリットと共役な領域に、適当な透過率をもつ吸収
膜を配置し、それに隣接した一方の側を透過領域、他方
の側を斜光領域とする。瞳面上では、標本内の構造によ
る屈折の大小によって光の透過する領域が異なり、それ
に伴って透過率も変化する。この観察法の長所は、比較
45 的な安価な構成により、位相物体に陰影をつけて立体感
ある像が得られることである。また、上記した位相差観
察法で見られるハローがないため、構造の輪郭を観察し

よく、相座等のマニピュレーションに適している。これに対し、この解像法の短所は、位相解像法に比べて検出感度が劣ること、散乱光の増強が望みにくいことである。また、対物レンズを交換するたびに、スリットと吸収膜の向きを合わせる必要となる。さらに、スリットを顕微鏡光学系の吸収膜に投影するため、位相解像法と同様に散乱光を光学系の収差を良好にする必要がある。このため、低倍角・低価値の対物レンズでは、吸収膜が良好に補正できるような顕微鏡には不適である。[0006]さらに、位相法を可視化できる照明方法として、偏光照明法と結像照明法がある。

【0007】図1(a)乃至(d)は、それぞれ、一般的な偏斜照明法におけるコンデンサレンズの模式図であり、これらの図において、符号1は開口板、符号2は、レンズ群、そして、符号3は導本を示している。開口板1は、開口を制限するものであり、開口絞り1を放ったときの電の状態が図(c)に示され、かつ絞ったときの電の状態が図(b)に、すなわち、図(a)に示す状態にある開口絞り1を移動させ、開口絞り1を放ったときの電の状態が図(c)に示されており、開口絞り1を開けた状態で移動させたときの電の状態が図(d)に示されている。

【0008】また、図2(a)は、一般的な暗視野照明法におけるコンデンサレンズの模式図を示している。従来の暗視野照明方法は、図に示すように、開口絞りが配置された付近に、内側を遮蔽し、外側の輪郭部にスリットを設けることにより、開口絞りに光を透過する領域1aとなる。この絞り1aは、中央部に光を透過する領域1bが設けられており、この領域1bによって、照明光を直接、対物レンズに入射させず、かつ撮像3から発した散乱光を収束することと暗視野撮像が可能となる。この場合、対物レンズの開口径の大きさに応じて絞り1aの形状を選択すること、様々な対物レンズを用いて暗視野撮像が可能となる。

【0009】ところで、照像鏡を用いた観察において、ミクロ領域だけでなく、マクロ領域での観察のニーズが、1倍の使用対物レンズや、更に傾倒倍の0.5倍対物レンズ等を使用した場合がある。そして、このようなマクロ領域の観察は、実は顕微鏡を用いるのが一般的である。実は顕微鏡は、安価で操作性に優れ、立体的な観察が可能であるといわれる点があり、また、照明方法によっても、暗視野、明視野、偏光照明、傾斜照明のように、位相コントラストな透明な標本を顕微鏡化している手段が存在する。このような

【0010】特開平4-318804号には、偏斜照明が行える実施例装置の透視照明装置が図示されている。

ンサレンズ9を介して得本鏡面透明材10上の導本1
0aに照射して対物レンズ12に導くように導成されて
いる。ミラー8を回転させ、角度を変えらることにより、
図3(b)に示す左右の対物レンズの重13の部部13
aと明部13bの比が調節できるように導成されてい
る。

【0011】また、実公報41-5808号には、偏光照明と透視野照明を連続的に与える実施例が記載されている。図4(a)に示すように、この装置は、光源12の光をコンタクトレンズ6、摺りガラス7を介してミラー8の光をコンタクトレンズ6、摺りガラス7を介してミラー8に導き、ミラー8により反射した光をコンタクトレンズ9を介して図本10aに照射して対物レンズ12の光と共に観察されている。そして、対物レンズ12の光と共役な位置に配置されている摺りガラス7の近傍に、半導体切刃エッジ15を設けている。

【0012】図4 (b) に示すように、2つ並んだ対物レンズの間の共役像17に対してナイフエッジ15を上下に移動させることにより、斜光結照明と暗視野照明を選択的に行うことができる。また、上記した特開平4-318804号には、図4のナイフエッジ15の代わりに絞りを配置することも提案されている。

【0013】
【発明が解決しようとする課題】位相撮像のような透明な物体の観察が行える上述べた位相顕微鏡観察法、偏光観察法、変調コントラスト観察法は、それぞれ専用の観察光学系が必要となる。また、照明光学系と観察光学系の配向調整が容易で低価格での観察にはばたきにくいものである。

【0014】また、上述した図1(a)に示す偏斜照明法では、開口絞り1を、図1(c)に示すように移動させて、かつ、また、図1(d)に示すように移動させるとしても、偏斜照明の自由度、つまり対物レンズに直接入射する照明光と入射しない照明光の割合を調節することが難しく、これは、開口絞りが円形開口を形成するように構成されているためである。

【0015】また、上述した図2に示した暗視野照明の場合でも、結晶状のスリットの幅や開口位置により、暗視野照明光の角度が変わるので、結本の厚さ等が変化すると、コントラスト良く可視化できないこともある。すなわち、照明光の角度を自由に調整するためには、異なる構成の結晶状スリットを多数用意する必要がある、実用的ではない。

【0016】また、上述した実施形態図で提案されているような偏斜照明方法においても、対物レンズの位置を片側だけ照明する構成であるため、一通りのコントラストしか得られない。また、照明光学系の瞳にスリットを配置することにより、対物レンズの瞳の開口を制限して偏斜照明の効果は得られるが、従来例では、スリットの形

状、もしくははスリットの位置が固定されているため、様々な媒本の厚みや屈折率の変化に応じて、自由に照明光の強度や照明角度をきめ細かく調節できない。

【0017】以上のように、従来の顕微鏡の照明装置は、低倍から高倍領域での観察を行うに際し、位相板をコントラスト良く可視化するための照明法として十分とはいえない。

【0018】この発明の目的は、特に、低価格から販売定価値において、観察観察光学系と照明の光学素子等を配置することなく、位相情報本をコンソラストラスト良く可視化して、その構造や分布を特定可能な透明な観察鏡の可視化を最も提供する点にある。すなわち、様々な厚さや屈折率をもつ層本に対して、定量的にコンソラストを変化させ、層本に対して最適な照明を生ずる照明装置を提供することにある。

10019] 問題を解決するための手段) 前記問題を解決するためには、本発明は、光頭と、この光頭に架した光を導光して導光部を照明するためのコンデンサレンズとを具備した透過型照明光学系と；導光部を駆動するための対物レンズを含む駆動光学系と；を有する投影装置に用いられる透過型照明装置において、前記透過型照明光学系内にあって、前記対物レンズの題位置と共役位置又は共役近傍な位置に配置され、前記対物レンズの筒内に形成される開口の形状を制御する少なくとも2つの遮光体を有することを特徴とする。

【0020】上記したように、対物レンズの電位位置と共役な位置、もしくはこの対物位置に、少なくとも2つの役光体を独立に移動させることで、対物レンズの電位に形成される開口の形状を定量的に制御することが可能となる。すなわち、各役光体の移動により、導体を照明する照明光の角度が連続的に変化し、対物レンズに入射する照明光と導体から発する回折光の強度の割合が連続的に制御される。

【02021】
「発明の実施の形態」以下、本発明の実施の形態を通常の図例を例にして説明する。

【0023】上記遮断照明光学系は、ハロゲンランプ等の光源20と、光源20からの光を略平行光束にするコレクタレンズ21と、コレクタレンズ21と、拡散板からの光を散らす拡散板(覆り材)22と、拡散板からの光を制限する視野絞り23と、視野絞りを通過した光を上方に向けて屈折する屈折ミラー24と、屈折ミラーからの光を略平行光束とする投影レンズ25と、投影レンズからの光を略平行光束として、標本30を照射するコンデンサレンズ26とで構成されている。この場合、投影

レンズ25からの光源像は、コンデンサレンズ26の前側焦点位置である透過照明光学系の電位P1に投影されて根本30を照明する。

【0024】また、前記顕微光学系は、対物レンズ31と、結像レンズ32と、接眼レンズ33とで構成されており、顕微光学系の物位面となっている対物レンズ31の焦点位置P2は、前記したコンデンサレンズの焦点位置である物位面P1と共役な関係にある。なお、対物レンズ32を透過した光は、対物レンズ31、結像レンズ32を透過した光は、対物レンズ33で収束される。

【0025】上記のように構成された透過照明光学系内には、対物レンズ31の駆動位置P2と共役な位置（すなわち、対物レンズP1）、もしくは共役な位置の近傍において、少なくとも2つの透光体40a、40bが独立して、少なくとも2つの透光体40a、40bが独立して移動可能に配置されている。これらの透光体40a、40bを移動することにより、以下に詳述するように、対物レンズ31の筒内に形成される開口の形状が調整される。すなわち、図本30を照明する照明光の角度を変化させ、対物レンズ31に直接入射する照明光と、図本30から発する回折光の強度の割合を調節することが可能となる。

【0026】これら、図7乃至図10を参照して具体的に説明する。なお、これらの図において、図(a)は、それぞれ光学系を模式的に示す図、図(b)は、それぞれ撮像対象物と透光体との位置関係を示す図である。また、符号Aで示す円は、前記コンデンサレンズ26が照明可能な最大開口数の電を示しており、符号Cで示す円は、コンデンサレンズ26の電位座P1において撮像された対物レンズ31の開口数に対応する値を示しており、符号Bで示す円は、対物レンズ31の電位座において入射光の円形状(開口形状;黒い部分は透光体40a、40bによって遮られる部分)を示している。

【0027】図7は、遷光体が存在しない状態を示しており、いわゆる短時間照明状態となっている。このように構成において、コンデンサレンズ26の電位 P_1 と、もしくはこの近傍位置（電位 P_1 から光軸方向に±数mm程度）に、図8に示したように、少なくとも2つの遷光体40a、40bを独立移動可能に配置する。この場合、遷光体と隣接して開口絞り41を配置しても良

【0028】遷移体は少なくとも2つ存在しており、各遷移体の形状、数、移動方法については幾々に構成される。例えば、図8に示すように、それぞれ短方形形状とし、矢印で示すように、独立移動させ、上記した順に配置するように構成することが可能である。すなわち、図8に示すように上記遷移体40a、40bを位置付けると、図9で示すような開口形状（無明状態）が得られる。この図において、遷移体40aによって遷移される領域（斜線で示す）は、上記した図10において左側の領域に、遷移体40bによって遷移される領域（斜線で示す）は、上記した図10において右側の領域に、それぞれ対応する。

透光された領域は、図Bにおける右側の黒い領域に対応する。

【0029】図8に示した状態から、透光体40bを、更に透光体40a側に移動させ、両者の間隔を狭くした状態を図9に示す。この状態の図Bにおける開口形状に示すように、根本300に直接入射する照明光、図において、図Bの左側の細長い狭い領域のみである。このように、透光体40a、40bを独立に移動させることで、照明光の開口形状を制御でき、透光体40a、40bの間隔を変えることで、明るさ及び透過率の効果が得られる。また、各透光体40a、40bを任意に移動することで、対物レンズの瞳内に形成される開口形状の制御が可能となる。すなわち、根本300を照射する照明光の角度及び光量が逆線的に変化することによって、対物レンズに直接入射する照明光と根本300から発する、回折光の強度の割合を逆線的に制御することができ、根本300に於いて最適な観察が行えるようになる。

【0030】また、図10に示すように、各透光体40a、40bを移動させて図Cを透光すること、対物レンズに入射する直接光をカットし、根本300からの散乱光を観察する暗視野照明とすることも可能となる。この場合、暗視野照明時の照明の光量および角度は、図Cを透光した状態で、透光体40a、40bの間隔と位置を変化させることで調整可能である。

【0031】なお、以上のような光学系は実施例図に適用可能である。図11(a)乃至(d)は、夫々図7乃至図10に対応する図であり、上記した光学系を本実施例に適用した場合の電と透光体との位置関係を示す図である。図11において、符号C1、C2で示す円は、実施例図の左右それぞれ対物レンズの開口に対応する円を示しており、符号B1、B2で示す円は、各左右の対物レンズの瞳位置における光の入射状態を示している。

【0032】ここで、本発明に係る透過照明装置を本実施例に組み込んだ構成例を説明する。図5は、本実施例の全体構成を示す側面図である。この実施例図200は、後述する透光体切替用のレバー210a(210b)、フィルタレバー202、ポリウムつまみ203、必要に応じて設けられるミラー傾き調整レバー204を有する透過照明装置205と、ランプハウスのLHと、集光部Fと、集光部ハンドLFHと、鏡筒Kと、鏡筒Kと、対物レンズ駆動部Tと、接眼レンズE0とを備えている。なお、試料Sは、透過照明装置の表面に設置され、左右2つある接眼レンズE0を介して観察される。

【0033】上記した透光体40a、40bの駆動機構を、図12乃至図15を参照して説明する。

【0034】図12に示すように、各透光体40a、40bは、図5に示した透過照明装置205を構成する空体本体205aの上面をそれぞれ独立して貫通されると共に、スライド可能な2本のレバー210a、210b

されている。各カムフロッワー221a、221bには、回転固定軸222a、222bが設けられており、これらの一側部は、空体本体205aに形成された保持部225に形成された長孔225aに係合して、カムフロッワー221a、221bの回転を規制している。また、回転固定軸222a、222bの他側部は、カム軸220に形成された溝部220a、220bに係合しており、カム軸220を回すことによって回転させ、各カムフロッワー221a、221bを軸方向に沿って移動させる。

【0043】この結果、カム軸220を軸方向(矢印X方向)に移動させることで、各透光体40a、40bを一体的に軸方向に移動させることができ、また、溝部220cによってカム軸220を回転させることで、各透光体40a、40bを互いに接近、離反させ、その間隔を変えることができ、

【0044】以上のような透光体及びその駆動機構によれば、本実施例図における左右の対物レンズの各電、前後方向において均等に絞ることができ、左右の電が均等に絞られるため、左右の像の見え方は均等となり、実像観察の特徴である左右の視差立体感が得られる。この場合、各透光体40a、40bを移動させることで、根本300に対する直接光と回折光の割合を任意に調整して、コントラストを逆線的に変化させることが観察を行うことができる。さらに、透光体40a、40bを接近させることで直接光をカットし、暗視野としての観察も可能となる。このように、各対物レンズの瞳に入射する光量を自由に変えられるので、コントラストを自由に制御でき、しかも斜光を加えることで、さらにコントラストを強調することができ、幅広い根本300に対応できる。もちろん、上記した駆動機構は、通常の観察にも適用可能である。

【0045】次に、対物レンズの瞳内に形成される開口形状の制御を行う別の構成を、通常の観察に適用した場合について説明する。

【0046】図16は、前記対物レンズの瞳内に形成される開口に対し、部分的に光の強度を制御する構成を示している。図(a)に示すように、一方の透光体40aの近傍に、光の強度を制御する光半導体、例えばNPN(NEUTRAL DENSITY)フィルタ45を移動可能に配置する。このフィルタ45は、図(b)に示すように、矢印方向に移動可能であり、透光体40aの移動と独立して移動可能に構成されている。

【0047】図(b)において、図Cが各透光体40a、40bに透光される領域を斜線で示し、光がフィルタ45を透過する領域を格子線で示してある。このように構成することによって、電Bで示すように、対物レンズの瞳内に、光量の異なる領域が形成される(電Bにおいて、符号Dで示す部分が開口部であり、符号Eで示す格子線部が、開口部においてフィルタ45によって光量

が抑制された領域を示す)。この結果、根本300に直接入射する照明光の光量が抑えられ、根本の細かい領域をコントラスト良く観察し易くなる。また、透光体40a、40b及びフィルタ45を任意に移動させることで、根本300を照明する照明光の角度を変化させて、対物レンズに直接入射する照明光と根本300から発する回折光の割合をより細かく調整できる。

【0048】なお、上記したフィルタ45は、透光体40aに重なるように配置したが、図(c)に示すように、照明の自由度を増やすことができる。【0049】図17は、前記対物レンズの瞳内に形成される開口に対し、部分的に光の強度を制御する別の構成例を示している。図17(a)に示した構成は、一方の透光体40aの近傍に、透光体45aと透光体45bを重ね、互いに独立移動可能で、かつ透光体40a、40bに対して独立移動可能に配置したものである。

【0050】このように構成することによって、同じ大きさの開口部に対して、光の強度を調整することができ、照明の自由度が増すと共に、位相根本などを可視化させてコントラストの調整をより細かく行える。もちろん、この構成においても、透光体40b側に、同一の構成のフィルタ45a、45bを配置してもよい。

【0051】また、上記した構成は、光の強度を調整する部材として、NDフィルタを用いたが、偏光素子を用いても開口部における強度を任意に調整することが可能である。例えば、図17(b)に示すように、コンデンサの電Aの領域を全てを覆う偏光可能な偏光板46aを、透光体40a、40bに隣接して配置すると共に、透光体40aの近傍に、偏光板46bを矢印方向に移動可能に配置しておく。この結果、偏光板46bを偏光板46aに重ね、かつ偏光板46aを回転させることで、重なり領域において光の強度を逆線的に調整することができ、位相根本のコントラストを逆線的に変化させることができる。

【0052】あるいは、上記したようなNDフィルタや、偏光板以外にも、液晶パネルを用いても、同様な効果を得ることができる。すなわち、液晶パネルに加える印加電圧を制御することで、対物レンズの瞳内に形成される開口の形状を変化させ、開口内において明さの異なる領域を任意に形成することができ、また、上記したようなNDフィルタ、偏光素子、液晶素子を、任意に組み合わせてもよい。

【0053】上記した構成において、コンデンサレンズは、図6に示すように、開口絞り41を具備するようになり41を備えている。ここで、コンデンサレンズが開口絞りを備えている場合、対物レンズの瞳内に形成される開口の制御について、図18を参照して説明する。

に近い。しかし、低倍率時の観察では、解像を重視するのではなく、コントラストを連続的に変化させて可視化することを目指す。

【0076】低倍率時のコンデンサレンスの位置に、前記対物レンズの瞳内に形成される開口を制御する透光体を配置することで、位相補正を可視化する低倍率時にあっても、前述したように、明視野照明から偏光照明、さらには暗視野照明へと連続的に変換することが可能となり、位相補正のコントラストを連続的に変化させることができる。さらに、高倍率時に、位相差観察や微分干渉観察が可能なコンデンサレンスの位置にあるユニバーサルコンデンサと併用することで、それぞれ照明を切換えて使用することも可能となる。すなわち、低倍率での観察には、上述したような照明法を使用して位相補正全体の構造や成分をコントラスト良く可視化し、高倍率での観察では、従来の観察法である位相差や微分干渉を使用して微細構造の観察が行えるように構成することもある。

【0077】上述したように、透過照明光学系において、開口絞りと標本の間に少なくとも1つのレンズ群が、低倍率、高倍率に於いて着脱、または他のレンズ群に切換えられるコンデンサレンスを有する場合において、高倍率時のコンデンサレンスの焦点距離をF1、低倍率時のコンデンサレンスの焦点距離をF2としたとき、

F1/F2 < 0.45 (条件3)

1, 2, ...は、光源側から順に配置された各レンズの曲率半径、
d1, d2, ...は、各レンズ間の距離、
nd1, nd2, ...は、各レンズの屈折率、
v1, v2, ...は、各レンズのアベ数である。

開口絞り (70) は、第1面より光源側に10.4の位置にある。

r1	111.02	d1	8.77	nd1	1.48749	v1	70.2
r2	-17.95	d2	3.16	nd2	1.68921	v2	41.1
r3	69.01	d3	0.11	nd3	1.741	v3	62.7
r4	21.69	d4	8.69	nd4	1.46068	v4	33.8
r5	-17.76	d5	2.3	nd5	1.741	v5	62.7
r6	70.88	d6	7.69	nd6	1.46068	v6	33.8
r7	8.28	d7	6.9	nd7	1.46068	v7	33.8
r8	12.06	d8	3.64	nd8	1.46068	v8	33.8
r9	∞	d9	∞	nd9	1.46068	v9	33.8

コンデンサレンスの焦点距離 13.28 mm
 照明可能な最大開口数NA1 0.9
 最大の照明開口に対応する対物レンズの倍率 10倍
 表1から10倍対物レンズの開口数NA2 0.4
 NA2/NA1=0.444であるので(条件2)を満たす。

【0082】上記したようなコンデンサレンズによれば、低倍率の対物レンズの瞳径に対して、コンデンサレンズの瞳径が十分大きく、標本を照射する暗視野照明を含む偏光照明成分を確保できる。この結果、開口絞り位置近傍に、対物レンズの瞳内に形成される開口の形状を制御する透光体を移動可能に配置することで、透明な位相補正等を可視化し、連続的にコントラストを変化させることができる。また、本発明における照明装置に加え、前記コンデンサレンズによれば、位相差観察、微分干渉観察および暗視野観察等を行うことができ、多様な観察法に対応できる照明光学系となる。なお、ターレットディスク内に、透光体74a, 74bを配置し、移動させる構成でも同様な効果が得られる。

を満足するように構成するのが好ましい。

【0078】このような条件3を満足するように、コンデンサレンズを設計することで、高倍率から低倍率、さらには暗視野観察まで、2つのコンデンサレンズを切り換えることで良好な照明が可能となる。特に、低倍率から暗視野観察において、対物レンズの瞳内に形成される開口形状を制御する上述した透光体によって、照明を自由に調整させて透明な位相補正をコントラスト良く可視化することができる。

【0079】次に、本発明の顕微鏡透過照明装置に用いられるコンデンサレンズの好ましい構成を具体的に説明する。

【0080】(構成例1) 図30は、高倍率に用いられるコンデンサレンズを示しており、レンズ系は、レンズ群L1, L2及びL3で構成されている。また、開口絞り70, および、コンデンサレンズの位置P1において、図示しない位相差用リングスリット、微分干渉用プリズム、暗視野用リングスリット等の特殊観察用ターレットディスクを備えている。標本はスライドガラス72上に配置され、ステージ面に配置されている。上述したように構成された透光体74a, 74bは、瞳位置P1の近傍に、移動可能に配置されている。以下にコンデンサレンズの構成を示す。

【表2】

るコンデンサレンズを示しており、レンズ系は、レンズ群L1, L2及びL3で構成されている。また、開口絞り70, および、コンデンサレンズの位置P1において、図示しない位相差用リングスリット、微分干渉用プリズム、暗視野用リングスリット等の特殊観察用ターレットディスクを備えている。標本はスライドガラス72上に配置され、ステージ面に配置されている。この場合、

1, 2, ...は、光源側から順に配置された各レンズの曲率半径、
d1, d2, ...は、各レンズ間の距離、
nd1, nd2, ...は、各レンズの屈折率、
v1, v2, ...は、各レンズのアベ数である。

開口絞り (70) は、第1面より光源側に5.95の位置にある。

r1	43.60	d1	8.0	nd1	1.46073	v1	68.2
r2	-21.71	d2	1.9	nd2	1.78472	v2	25.7
r3	-61.47	d3	0.3	nd3	1.46073	v3	68.2
r4	12.79	d4	8.4	nd4	1.62041	v4	40.8
r5	94.9	d5	0.8	nd5	1.72825	v5	28.3
r6	7.07	d6	8.0	nd6	1.515	v6	43.1
r7	34.01	d7	1.1	nd7	1.515	v7	43.1
r8	∞	d8	∞	nd8	1.515	v8	43.1

コンデンサレンズの焦点距離 10.00 mm
 照明可能な最大開口数NA1 1.37
 最大の照明開口に対応する対物レンズの倍率 20倍
 表1から20倍対物レンズの開口数NA2 0.7
 NA2/NA1=0.511であるので(条件2)を満たす。

【0085】上記したようなコンデンサレンズによれば、低倍率の対物レンズの瞳径に対して、コンデンサレンズの瞳径が十分大きく、標本を照射する暗視野照明を含む偏光照明成分を確保できる。この結果、開口絞り位置近傍に、対物レンズの瞳内に形成される開口の形状を制御する透光体を移動可能に配置することで、透明な位相補正等を可視化し、連続的にコントラストを変化させることができる。また、本発明における照明装置に加え、前記コンデンサレンズによれば、位相差観察、微分干渉観察および暗視野観察等を行うことができ、多様な観察法に対応できる照明光学系となる。なお、ターレットディスク内に、透光体74a, 74bを配置し、移動させる構成でも同様な効果が得られる。

コンデンサレンズの焦点距離 10.00 mm
 照明可能な最大開口数NA1 1.37
 最大の照明開口に対応する対物レンズの倍率 20倍
 表1から20倍対物レンズの開口数NA2 0.7
 NA2/NA1=0.511であるので(条件2)を満たす。

図1、図2、…は、光源部から順に配置された各レンズの断面図、
d1、d2、…は、各レンズのガラス材の厚さ、
od1、od2、…は、各レンズの中心厚さ、
v1、v2、…は、各レンズの屈折率である。

開口絞り (70)、図 (P1) は、第4面から第5面に20.0の位置にある。
r1=27.892 d1=5.8 m11=1.77250 v1=49.8
r2=∞ d2=2.84
r3=∞ d3=2.80 m12=1.74077 v2=37.79
r4=92.482 d4=48.91
r5=19.919 d5=2.45 m13=1.84668 v3=93.78
r6=∞ d6=5.66 m14=1.09551 v4=39.21
r7=18.194 d7=0.2 m15=1.7725 v5=49.8
r8=∞ d8=3.09
r9=34.81 d9=3.8
r10=∞ (ステーション面)

コンデンサレンズの焦点距離 74.94 mm
照明可能な最大開口数 NA1 0.16
最大照明範囲に対応する対物レンズの倍率 1.25 倍
表1から90倍対物レンズの開口数 NA2 0.04
NA2/NA1=0.26 であるので (条件2) を満足する。

【0088】上記したようなコンデンサレンズにより、図 (b) が低倍率時に用いられる構成である。
【0090】高倍率時に用いられるコンデンサレンズの位置が十分大きく、標本を照射する視野照明を、図30に示した構成と同一である。そして、低倍率時には、レンズ群12、13が照明光路より移動し、代りにレンズ群14が照明光路に挿入される。低倍率時における開口絞り14が照明光路に挿入される。低倍率時における開口を制御する透光体を可変化し、連続的にコントラストを変化させることができる。しかも、従来の技術で述べたように、この倍率領域では、位相標本を可変化してコントラストを変化させるような照明が無いので、この構成例によれば、従来のような照明が実現できる。
【0089】(構成例4) 図33は、開口絞り1と標本の間に少なくとも1つのレンズ群が、高倍率と低倍率に応じて切替えて使用されるコンデンサレンズの構成を示している。図 (a) が高倍率時に用いられる構成であ

図1、図2、…は、光源部から順に配置された各レンズの断面図、
d1、d2、…は、各レンズのガラス材の厚さ、
od1、od2、…は、各レンズの中心厚さ、
v1、v2、…は、各レンズの屈折率である。

(高倍率時 10 倍から 100 倍まで)
開口絞り (70) は、第1面より第2面に10.4の位置にある。
図 (P1) は、第1面より第2面に10.4の位置にある。
r1=111.02 d1=8.77 m11=1.48740 v1=70.2
r2=17.28 d2=3.18 m12=1.68921 v2=41.1
r3=69.01 d3=0.11
r4=21.55 d4=8.09 m13=1.741 v3=52.7
r5=27.76 d5=2.3 m14=1.84668 v4=23.8
r6=78.83 d6=0.23
r7=8.28 d7=6.9 m15=1.741 v5=52.7
r8=12.58 d8=3.64
r9=∞ (ステーション面)

(低倍率時 1.25 倍から 4 倍まで)
開口絞り (70) は、第1面より第2面に10.4の位置にある。
図 (P1) は、第1面より第2面に10.4の位置にある。
r1=111.02 d1=8.77 m11=1.48740 v1=70.2
r2=17.28 d2=3.18 m12=1.68921 v2=41.1
r3=69.01 d3=0.11
r4=21.55 d4=8.09 m13=1.741 v3=52.7
r5=27.76 d5=2.3 m14=1.84668 v4=23.8
r6=78.83 d6=0.23
r7=8.28 d7=6.9 m15=1.741 v5=52.7
r8=12.58 d8=3.64
r9=∞ (ステーション面)

高倍率時のコンデンサレンズの焦点距離 F1 13.29
低倍率時のコンデンサレンズの焦点距離 F2 43.63
F1/F2=0.30

【0093】上記したようなコンデンサレンズによれば、低倍率時の位置近傍に、透光体を可変化したこと、1.25倍から4倍において、位相標本等を可変化し、コントラストを連続的に変化させることができる。この結果、低倍率から低倍率の領域では、上記したような低倍率のコンデンサレンズで位相標本を可変化して観察することができ、高倍率時には、位相標本や微分干涉、及び視野観察を行うことができる。
【0094】(構成例5) 図34は、高倍率と低倍率に

図 (a) が高倍率時に用いられる構成であり、図 (b) が低倍率時に用いられる構成である。この場合、高倍率時に用いられるコンデンサレンズは、図30に示した構成と同一であり、低倍率時に用いられるコンデンサレンズは、図32に示した構成と同一である。
図 (a) が高倍率時に用いられる構成を示している。図 (b) が低倍率時に用いられる構成であり、図 (b) が低倍率時に用いられる構成である。この場合、高倍率時に用いられるコンデンサレンズは、図30に示した構成と同一であり、低倍率時に用いられるコンデンサレンズは、図32に示した構成と同一である。

r 1, r 2, ...は、光軸部から順に配置されたレンズの曲率半径、
d 1, d 2, ...は、各レンズ又はガラス材の肉厚
m1, m2, ...は、各レンズの厚みの屈折率、
v 1, v 2, ...は、各レンズのアッベ数である。

(全体径が 10 倍から 100 倍まで)

開口絞り (70) は、第 1 面より光軸側に 10.4 の位置にある。

瞳 (71) は、第 1 面より光軸側に 5.40 の位置にある。

r 1=111.02 d 1=8.77 m1=1.68749 v 1=70.2

r 2=-17.26 d 2=3.16 m2=1.68921 v 2=41.1

r 3=-69.01 d 3=0.11 m3=1.741 v 3=52.7

r 4=4.89 d 4=8.09 m4=1.14666 v 4=23.8

r 5=-79.83 d 5=0.28 m5=1.741 v 5=52.7

r 6=-77.78 d 6=0.28 m6=1.741 v 6=52.7

r 7=8.28 d 7=0.9 m7=1.741 v 7=52.7

r 8=12.66 d 8=3.64 m8=1.741 v 8=52.7

r 9=∞ (ステージ面)

(全体径が 1.25 倍から 4 倍まで)

開口絞り (70)、瞳 (71) は、第 4 面から光軸側に 50.0 の位置にある。

r 1=27.592 d 1=5.3 m1=1.77250 v 1=40.5

r 2=∞ d 2=2.34 m2=1.74077 v 2=37.9

r 3=-62.452 d 3=2.90 m3=1.84000 v 3=32.78

r 4=92.482 d 4=46.91 m4=1.59551 v 4=39.21

r 5=-19.919 d 5=2.45 m5=1.7725 v 5=49.6

r 6=∞ d 6=5.55 m6=1.7725 v 6=49.6

r 7=-18.184 d 7=0.3 m7=1.7725 v 7=49.6

r 8=∞ d 8=3.59 m8=1.7725 v 8=49.6

r 9=-24.61 d 9=3.8 m9=1.7725 v 9=49.6

r 10=∞ (ステージ面)

コンデンサレンズの焦点距離 74.94 mm

対物レンズのコンデンサレンズの焦点距離 F1 13.29

低倍率時のコンデンサレンズの焦点距離 F2 74.94

F1/F2=0.18

【0096】上記したようなコンデンサレンズによ

り、低倍率時の開口位置近傍に、遮光体を配置したこと

で、1.25 倍から 4 倍において、位相補正等を可視化

し、コントラストを連続的に変化させることができる。

また、高倍率時のコンデンサレンズは、位相観察、微

分干涉観察をするための光学系子をコンデンサレンズの

位置に配置することで、そのような観察が可能とな

る。

【0097】この結果、顕微鏡から低倍の領域では、上

記したような低倍型のコンデンサレンズで位相補正を可

視化して観察することができ、高倍率時には、位相観察

、微分干涉観察、及び視野観察等を行うことがで

き、多様な観察法に対応できる照明光学系となる。ま

た、低倍率時に設置される遮光体 74 a、74 b の位置

と、高倍率時のコンデンサレンズの開口位置が近い位

置、高倍率時のコンデンサレンズでも、遮光体 74 a、74

b を使用して、対物レンズの開口内に形成される開口を制

御することができる。

【0098】以上のような透過照明光学系は、図示しな

い薄射光顕微鏡と組み合わせ使用することも可能で

ある。位相観察専用対物レンズのように、対物レンズの

位置に位相補正を配置する必要があるため、対物レン

ズにロスが無く、蛍光を明るく観察することができる。但

間には、上述した実施の形態の遮光体と同様に構成され
た第 1 及び第 2 の遮光体 95 a、95 b が移動可能に配
置されている。さらに、第 2 の拡散部材 86 と第 2 の補
助凸レンズ 91 との間には、同様な構成の遮光体 95
c、95 d が移動可能に配置されている。

【0102】上記構成によれば、光源 80 から射出した
光は、平行光束部材 82 で効率よく集束されて略平行光
線になり、第 1 の拡散板 83 に入射する。第 1 の拡散板
83 は照明視野を潤たすために大きな面積の略均一な光
源としての役割を持つ。第 1 の拡散板 83 で拡散された
光は、第 1 の集光部材 85 によって集光される。第 1 の
集光部材 85 は第 1 の拡散板 85 で発散方向に拡散され
た光を照明に有効な収束方向に集める役目を持つ。

【0103】第 2 の拡散板 86 に入射した光は、さらに
その収束方向に沿って拡散される。第 2 の拡散板 86 は
開口数を潤たすための光の拡散を行い、最終的な光源と
なる。第 2 の拡散板 86 で拡散された光は、偏向ミラー
87 によって上方に偏向され、第 2 の集光部材 88 に入
射し、増本載置部材 89 を通して増本 90 を照明す
る。

【0104】第 2 の拡散板 86 と偏向ミラー 87 との間
に挿入される第 1 の補助凸レンズ 91 は、照明視野が狭
い開口数が大きくなる高倍率対物レンズのために、光の
収束を強め、光の利用効率を上げる役目を果たす。ま
た、偏向ミラー 87 と第 2 の集光部材 88 との間に挿入
される第 2 の補助凸レンズ 92 は、第 2 の集光部材 88
と併せて凸レンズのパワーを上げることで、照明視野を
狭め角度の大きい光で増本 90 を照明する役目を果た
す。すなわち、照明光学系が、対物レンズの倍率に応じ
て切り換えられるため、最適な照明条件で観察でき

る。【0105】高倍率の対物レンズは焦点距離が短く、照
明装置内の覆共役位置は、第 2 の集光部材 88 に限りな
く近づき、また、低倍率の対物レンズの場合は、そこか
ら離れ、偏向ミラー 87 で光軸を折り返す位置の手前に
覆共役位置が存在することゝなる例である。従って、そ
れらの位置に、遮光体 95 a、95 b、及び 95 c、95
d を各々配置し、各遮光体を独立して光軸に対して押退
を行うことで明るさの絞りを形成でき、さらに、各遮光体
を光軸から任意にずらすことで、偏斜照明が可能にな
る。

【0106】なお、上述した遮光体 95 a、95 b (95
c、95 d) は、図 12乃至図 15 に示した駆動機構
によって移動可能となっており、遮光体によって、左右
の対物レンズの覆は、図 11、図 20〜図 25 に示した
ように、共に上下方向から均等に覆はれる。左右の覆が
均等に絞られるため、左右の像の収束力は均等となり、
実体顕微鏡の特徴である左右の収束で自然に立体感が得
られる。また、前記実施の形態と同様、遮光体を移動す
ることで、対物レンズやの覆に入射する直接光と、回折
光の割合を制御することができる。コントラストを強調し

たり、連続的に変化させることができる。すなわち、微
細構造を持つ増本に対して非常に顕微鏡的なコントラスト
調整が可能になり、今まで観察不可能であったものが観
察できるようになる。また、高倍率と低倍率に適用した位
置に絞りに変更することができる。また、低倍率から高倍率へ
切り換えは、レンズ 91、92 の付加によって実現でき
るため構造が簡単になり、安価に構成できる。さらに、
拡散板を二つ配置し、各々の役割を明確にしたことで、光
学系の最適設計を行い易く、効率が良くなり、不必要に
拡散効果が大きい拡散板を用いなくとも済む。

【0107】図 36 は、図 35 に示した構成の変形例を
示す。この変形例において、図 35 に示した構成との相
違点は、偏向ミラー 87 を回動可能に構成し、かつ、低
倍率側の遮光体 95 c、95 d を取除いた点である。
【0108】これは、微細構造を観察する場合、主に解
像の関係から、高倍率で観察が行える、という要求が高
いことに基づく。なお、低倍率での観察は、回動する偏
向ミラー 87 a によって、十分な照明効果 (偏斜照明)
で行えるため、便宜上省略される。このように、高倍率
での偏斜照明を遮光体 95 a、95 b で行い、低倍率
での偏斜照明を偏向ミラー 87 a で行うことにより、コ
ストの低下が図れる。また、位置の共役関係が不十分
な中倍率での偏斜照明も偏向ミラー 87 a で行えるため、
便宜上省略される。

【0109】なお、図 35、図 36 に示した実施の形態
における照明系は、偏斜照明において、高倍率、低倍
率で照明視野の充足と、開口数 (値) の充足を行うた
めの一例である。したがって、公知の明視野照明装置の
位置に、上記したような遮光体を配置しても、十分に偏
斜照明が行える。但し、偏斜照明を行うにあたり、その
用性、効果を十分に発揮するために、上記の照明系も
しくはそれ以上の広い照明視野と、大きな開口数を持
た光学系と組み合わせることが好ましい。

【0110】また、図に示した照明光学系において、第
1、第 2 の拡散板 83、86 を一体化し、第 1 の集光部
材 85 をなくして第 1、第 2 の拡散板各々にレンズ効果
を分配することも可能である。また、第 1、第 2 の補助
凸レンズ 91、92 を挿入する代りに、第 1、第 2 の集
光部材 85、88 の焦点距離を揃えることも可能であ
る。【0111】また、図 36 に示した実施の形態
において、以下のように変形することが可能である。

【0112】ズーム実体顕微鏡の高倍率の位置、およ
び低倍率の位置と各々共役な 2 個所に、少なくとも 2
つの遮光体を移動可能に配置する。このような構成によ
る。【0113】図に示す光学系に、光源からの射出光を

上方に偏向する他の偏向部材を設け、この偏向部材を傾けて照明光線を偏斜させるように構成する。このように他の偏向部材の傾斜を組合わせることで、偏斜照明の範囲が広がる。

【0114】

【発明の効果】以上、本発明によれば、次のような効果を得られる。

【0115】顕微鏡の対物レンズの瞳内に形成される開口の形状を、透光体の移動によって制御すること、透光体を透過して対物レンズに入射する直接光と回折光の強度の割合を制御することが可能となる。この結果、位相標本のような透明な物体を可視化し、かつコントラストを連続的に変化させることが可能となり、様々な厚みや屈折率の異なる標本を最適に照明できる。しかも、顕微鏡に特別な対物レンズを設ける必要もない。

【0116】低倍領域や高倍領域では、従来の明視野照明法しか存在しなかったが、本発明の照明法によって、低倍領域や高倍領域から位相標本を可視化して、標本の全体的構造や分布を観察することができ、さらには、従来の位相観察法や、微分干渉観察法を併せて用いることにより、多様な照明を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)乃至(d)は、一般的な偏斜照明法におけるコンデンサレンズの模式図、及び夫々の開口絞りによって形成される開口形状を示す図。

【図2】(a)は、一般的な明視野照明法におけるコンデンサレンズの模式図であり、(b)は、絞りの形状を示す図。

【図3】(a)は、従来の透過照明装置の概略構成を示す図であり、(b)は、左右の対物レンズの開口形状を示す図。

【図4】(a)は、従来の別の透過照明装置の概略構成を示す図であり、(b)は、左右の対物レンズの瞳とアイフエッジとの関係を示す図。

【図5】本発明の透過照明装置が適用可能な実体顕微鏡の外観を示す図。

【図6】図5に示した実体顕微鏡の光学系の構成を模式的に示す図。

【図7】(a)は、明視野照明状態におけるコンデンサレンズと対物レンズの部分を模式的に示す図であり、(b)は、その時の瞳の形状を示す図。

【図8】(a)は、図6に示した光学系において、透光体、コンデンサレンズ、対物レンズの部分を模式的に示す図であり、(b)は、その時の瞳の形状を示す図。

【図9】(a)は、図8に示した構成において、透光体を移動させた状態を示す図であり、(b)は、その時の瞳の形状を示す図。

【図10】(a)は、図8に示した構成において、透光体を移動させた状態を示す図であり、(b)は、その時の瞳の形状を示す図。

の瞳の状態を示す図。

【図11】(a)乃至(d)は、夫々図7乃至図10に対応する図であり、図6に示した光学系を、実体顕微鏡に適用した場合の瞳と透光体の位置関係を模式的に示す図。

【図12】顕微鏡本体内に設けられる透光体の駆動機構の一例を示す図。

【図13】透光体の駆動機構の第2の構成例を示す図。

【図14】透光体の駆動機構の第3の構成例を示す図であり、(a)は平面図、(b)は側面図。

【図15】透光体の駆動機構の第4の構成例を示す図であり、(a)は平面図、(b)は、図(a)のI-I線に沿った断面図。

【図16】対物レンズの瞳に形成される開口に対し、部分的に光の強度を制御する構成を示す図であり、(a)は、透光体の瞳の構成例を示す図、(b)は、透光体の瞳の構成例を示す図、(c)は、透光体部分の別の構成例を示す図。

【図17】(a)及び(b)を含み、それぞれ、対物レンズの瞳に形成される開口に対し、部分的に光の強度を制御する別の構成例を示す図。

【図18】対物レンズの瞳に形成される開口形状を制御する別の構成例を示す図であり、図(a)は、光学系の概略を示す図、図(b)は、透光体の瞳の構成例を示す図。

【図19】対物レンズの瞳に形成される開口形状を制御する別の構成例を示す図であり、(a)は、光学系の概略を示す図、(b)は、透光体の瞳の構成例を示す図。

【図20】実体顕微鏡において、対物レンズの瞳に形成される開口に対し、部分的に光の強度を制御する構成を示す、透光体の瞳の構成例を示す図。

【図21】図20において、透光体部分の別の構成例を示す図。

【図22】対物レンズの瞳に形成される開口に対し、部分的に光の強度を制御する別の構成例を示す図。

【図23】対物レンズの瞳に形成される開口に対し、部分的に光の強度を制御する別の構成例を示す図。

【図24】実体顕微鏡における対物レンズの瞳に形成される開口形状を制御する別の構成例を示す図であり、図(a)は、光学系の概略を示す図、図(b)は、透光体の瞳の構成例を示す図。

【図25】実体顕微鏡における対物レンズの瞳に形成される開口形状を制御する別の構成例を示す図であり、図(a)は、光学系の概略を示す図、図(b)は、透光体の瞳の構成例を示す図。

【図26】透光体の別の構成例を示す図であり、(a)乃至(e)は、それぞれ、2つの透光体が移動した際の位置関係の例を示す図。

【図27】透光体の別の構成例を示す図であり、(a)及び(b)は、それぞれ、2つの透光体が移動した際の位置関係の例を示す図。

【図28】透光体の別の構成例を示す図であり、(a)及び(b)は、それぞれ、2つの透光体が移動した際の位置関係の例を示す図。

は、1枚の透光体の構成を示す図、(b)及び(c)は、それぞれ、2つの透光体が移動した際の位置関係の例を示す図。

【図29】透過照明光学系の別の構成例を示す図。

【図30】本発明の透過照明光学系に用いられる高倍率用コンデンサレンズの構成を示す図。

【図31】高倍率用コンデンサレンズの第2の構成例を示す図。

【図32】本発明の透過照明光学系に用いられる低倍率用コンデンサレンズの構成を示す図。

【図33】顕微鏡透過照明装置に用いられる切欠可能なコンデンサレンズの構成を示す図、(a)は高倍率用コンデンサレンズの構成を示す図、(b)は低倍率用コンデンサレンズの構成を示す図。

【図34】顕微鏡透過照明装置に用いられる切欠可能なコンデンサレンズの第2の構成例を示す図、(a)は

高倍率用コンデンサレンズの構成を示す図、(b)は低倍率用コンデンサレンズの構成を示す図。

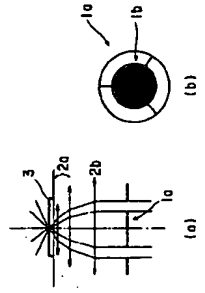
【図35】本発明の別の実施の形態を示す図。

【図36】図29に示した実施の形態の変形例を示す図。

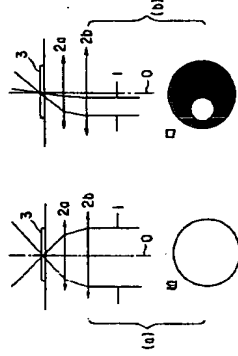
【符号の説明】

20...光源
26...コンデンサレンズ
30...標本
31...対物レンズ
40, 40b, 40c, 40d, 40e, 40f...透光体
45, 45a, 45b...フィルタ
46a, 46b...偏光板
95a, 95b, 95c, 95d...透光体

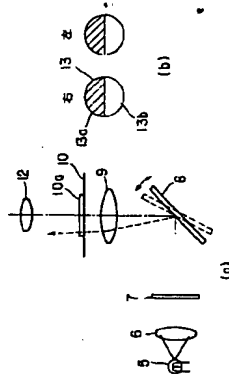
【図2】



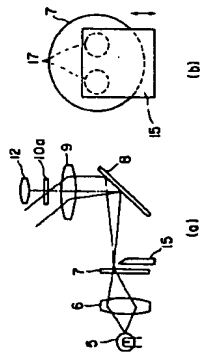
【図1】



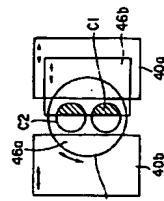
【図3】



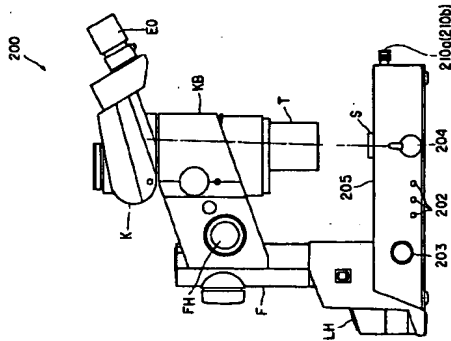
【圖 4】



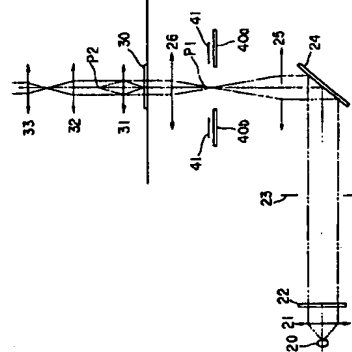
【圖 23】



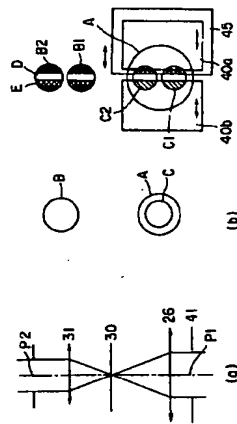
【圖 5】



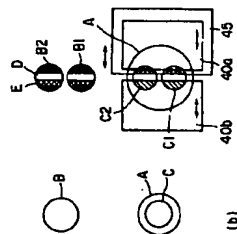
【圖 6】



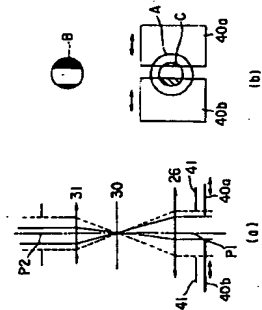
【圖 7】



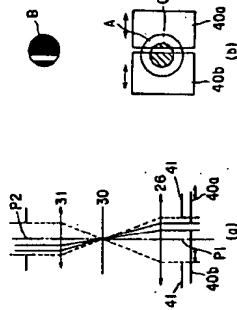
【圖 20】



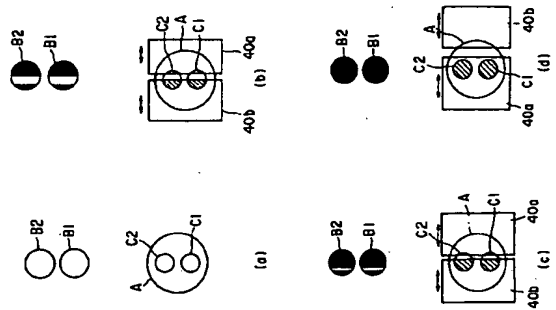
【圖 8】



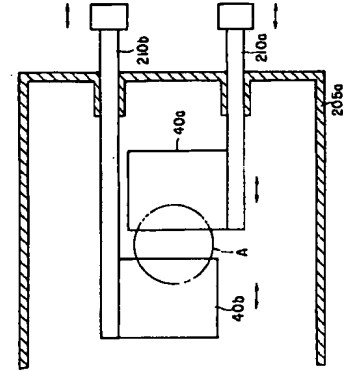
【圖 9】



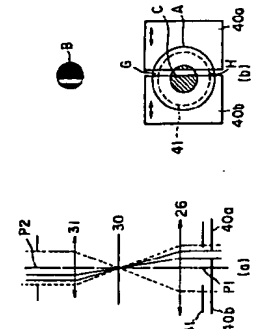
【圖 11】



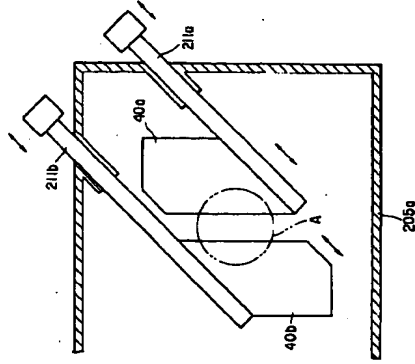
【圖 12】



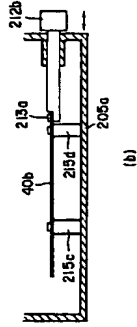
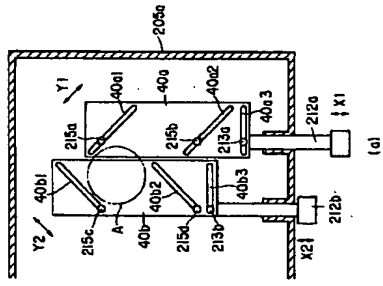
【圖 18】



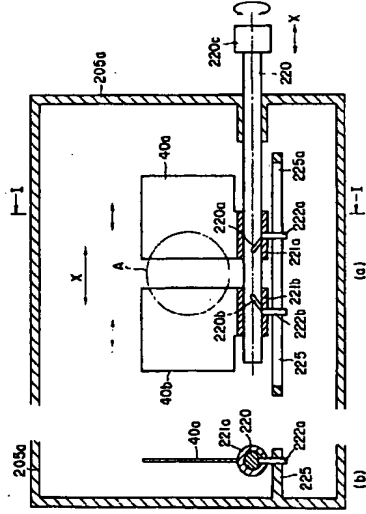
【圖 13】



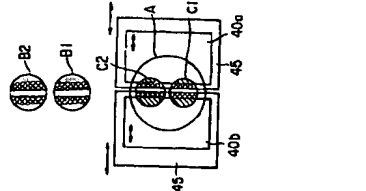
【圖 14】



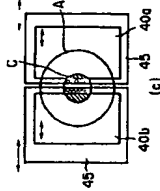
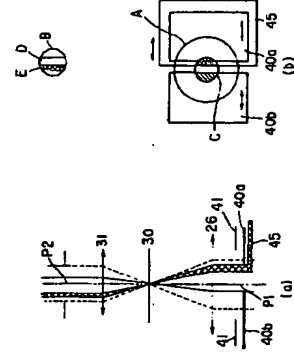
【圖 15】



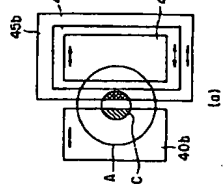
【圖 21】



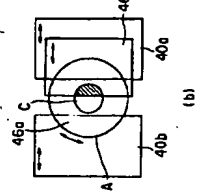
【圖 16】



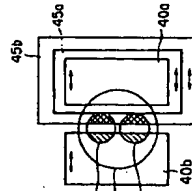
【圖 17】



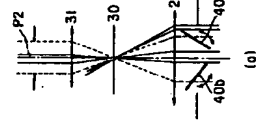
偏光系



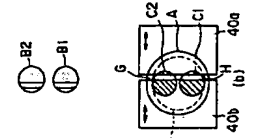
【圖 22】



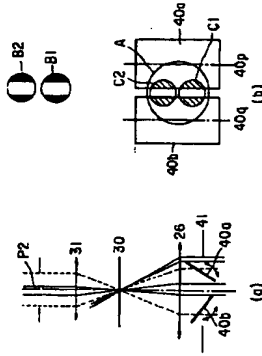
【圖 19】



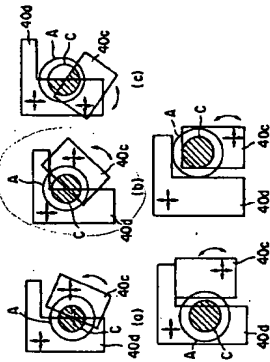
【圖 24】



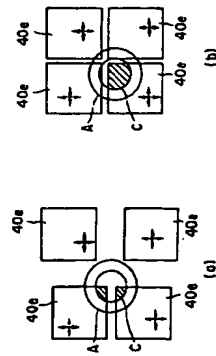
【圖 25】



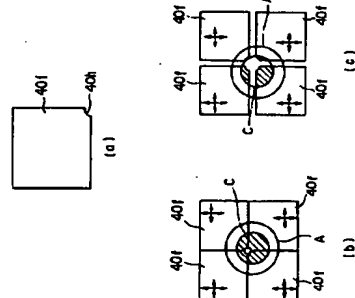
【圖 26】



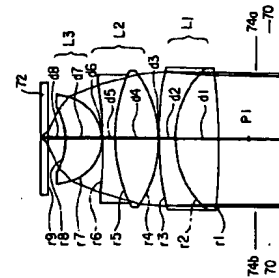
【圖 27】



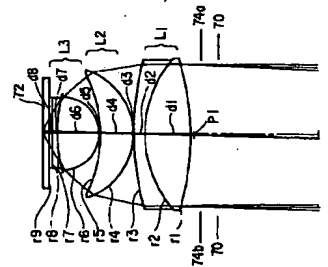
【圖 28】



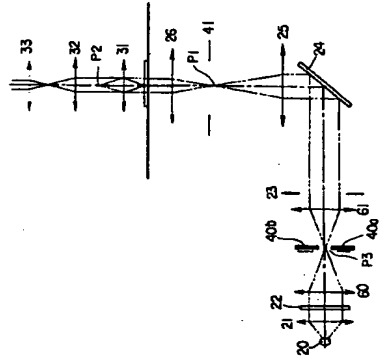
【圖 30】



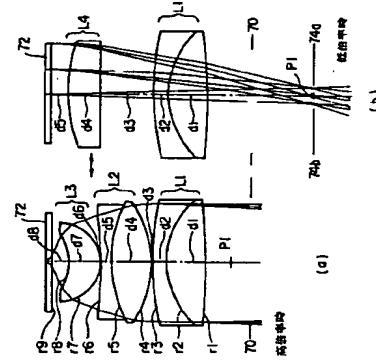
【圖 31】



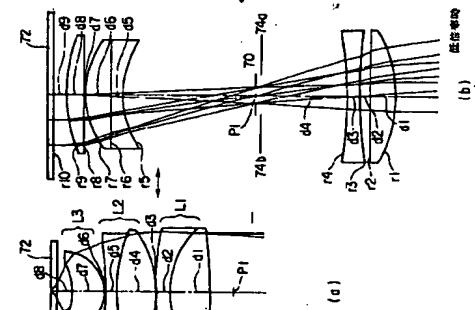
【圖 29】



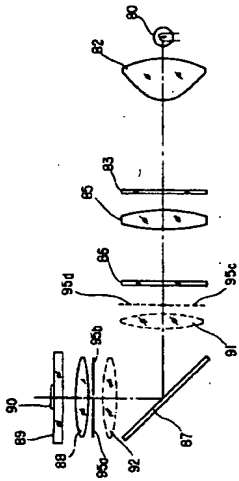
【圖 33】



【圖 34】



【圖 3 5】



【圖 3 6】

